

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-350989

(43) 公開日 平成6年(1994)12月22日

(51) Int.Cl. ³	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 7/133		Z		
G 0 6 F 15/66	3 3 0 H	8420-5L		
15/70	3 3 0 A	9071-5L		
H 0 3 M 7/30		Z 8522-5J		
H 0 4 N 1/41		B 9070-5C		

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平5-134243

(22) 出願日 平成5年(1993)6月4日

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 伊藤 渡

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富
士写真フイルム株式会社内

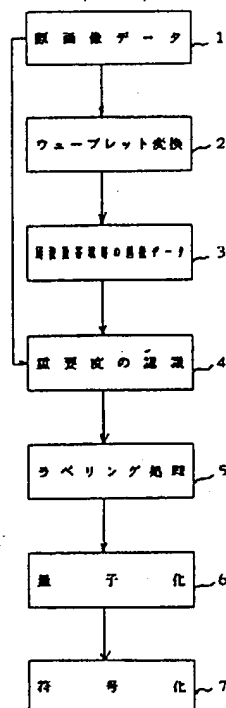
(74) 代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 画像データ圧縮処理方法

(57) 【要約】

【目的】 原画像の重要な部分の画質を劣化させることなく高い圧縮率により画像データの圧縮を行うことができる画像データ圧縮処理方法を提供する。

【構成】 原画像を表す原画像データ1に対してウェーブレット変換2を施し、複数の周波数帯域毎の画像データ3を得る。次いで、各画像データ3または原画像データ1のいずれかに基づいて、画像の各部の重要度の認識4を行い、この重要度に応じて重要度の認識を行ったデータにラベリング処理5を施し、このラベリング処理5の結果に基づいて、重要度が大きいほど高いビット数により各画像データ3に対して量子化6を行う。その後量子化6がなされた各画像データ3に対して符号化7を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の被写体を含む画像を表す原画像データに圧縮処理を施す画像データ圧縮処理方法において、

前記原画像データにウェーブレット変換を施すことにより、前記原画像データを複数の周波数帯域毎の画像データに分解し、

該各画像データまたは前記原画像データのいずれかに基づいて、前記画像の各部の重要度を認識し、

該認識された前記各部の重要度に応じて該データにラベリング処理を施し、

該ラベリング処理の結果に基づいて、前記重要度が大きいほど高いビット数により前記各画像データを量子化し、

該量子化された前記各画像データを符号化することを特徴とする画像データ圧縮処理方法。

【請求項2】 前記符号化された前記各画像データを復号化し、

該復号化された前記各画像データに逆ウェーブレット変換を施すことにより、請求項1記載の画像データ圧縮処理方法により圧縮された前記原画像データを再構成することを特徴とする画像データの再構成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は画像データの圧縮処理方法、特に詳細にはウェーブレット変換を用いて高いデータ圧縮率が得られるようにした画像データの圧縮処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えばTV信号等、中間調画像を担持する画像信号は膨大な情報量を有しているため、その伝送には広帯域の伝送路が必要である。そこで従来より、このような画像信号は冗長性が大きいことに着目し、この冗長性を抑圧することによって画像データを圧縮する試みが種々なされている。また最近では、例えば光ディスクや磁気ディスク等に中間調画像を記録することが広く行われており、この場合には記録媒体に効率良く画像信号を記録することを目的として画像データ圧縮が広く適用されている。

【0003】このような画像データの圧縮方法の一つとして、従来から、画像データを格納、伝送等する場合に、該画像データに予測符号化による圧縮処理を施してデータ量を圧縮減少せしめた上で格納、伝送等を行い、画像再生の際はその圧縮された画像データ（圧縮画像データ）に復号処理を施して伸長し、その伸長された画像データ（伸長画像データ）に基づいて可視像を再生するような方法が採用されている。

【0004】また、画像データ圧縮方法の一つとして、ベクトル量子化を利用する方法が知られている。この方法は、 n 次元画像データを標本数 K 個のブロックに分割

し、予め K 個のベクトル要素を規定して作成した相異なる複数のベクトルから成るコードブックの中で、上記ブロックの各々内の画像データの組と最小歪にて対応するベクトルをそれぞれ選択し、この選択されたベクトルを示す情報を各ブロックと対応させて符号化するようにしたものである。

【0005】上述のようなブロック内の画像データは互いに高い相関性を有しているため、各ブロック内の画像データを、比較的少数だけ用意したベクトルのうちの1つを用いてかなり正確に示すことが可能となる。したがって、画像データの伝送あるいは記録は、実際のデータの代わりにこのベクトルを示す符号を伝送あるいは記憶することによってなし得るから、データ圧縮が実現されるのである。例えば256レベル（＝8bit）の濃度スケールの中間調画像における64画素についての画像データ量は、 $8 \times 64 = 512 \text{ bit}$ となるが、この64画素を1ブロックとして該ブロック内の各画像データを64要素からなるベクトルで表わし、このようなベクトルを256通り用意したコードブックを作成するものとすれば、1ブロック当りのデータ量はベクトル識別のためのデータ量すなわち8bitとなり、結局データ量を $8 / (8 \times 64) = 1/64$ に圧縮可能となる。

【0006】以上のようにして画像データを圧縮して記録あるいは伝送した後、ベクトル識別情報が示すベクトルのベクトル要素を各ブロック毎の再構成データとし、この再構成データを用いれば原画像が再現される。

【0007】また、上述した予測符号化によるデータ圧縮を行う場合の圧縮率を向上させる方法の1つとして、予測符号化処理と共に画像データのビット分解能（濃度分解能）を低下させる、すなわち画像データをより粗く量子化する量子化処理を行うことが考えられる。

【0008】そこで、本願出願人により、上述した予測符号化による方法と量子化による方法とを組み合わせた補間符号化による画像データ圧縮方法が提案されている（特開昭62-247676号公報）。この方法は、画像データを適当な間隔でサンプリングした主データと該主データ以外の補間データとに区分し、補間データは上記主データに基づいて内挿予測符号化処理、すなわち補間データを主データに基づいて内挿予測し、予測誤差に対してハフマン符号化等の可変長符号化（値により符号長が変わるような信号への変換）を行うことにより画像データを圧縮するものである。

【0009】また、画像データを圧縮するにあたっては当然圧縮率は高い方が望ましい。しかしながら、上記補間符号化において大きな圧縮率の向上を望むことは技術的に困難であり、従ってより大きな圧縮率を達成するため、空間分解能を小さくする画像データ数減少処理を上記補間符号化と組み合わせることが考えられる。

【0010】そこで本願出願人により、上述した補間符号化と画像データ数減少処理とを組み合わせ、より高画

質を維持しつつより高い圧縮率を達成し得る画像データ圧縮方法が提案されている(特開平2-280462号公報)。

【0011】一方、上述した画像データを処理するための方法としてウェーブレット変換なる方法が提案されている。

【0012】ここで、ウェーブレット変換について説明する。

【0013】ウェーブレット変換は、周波数解析の方法として近年開発されたものであり、ステレオのパターンマッチング、データ圧縮等に応用がなされているもので*10

*ある(OLIVIER RIOUL and MARTIN VETTERLI; Wavelets and Signal Processing, IEEE SP MAGAZINE, P.14-38, OCTOBER 1991, Stephane Mallat; Zero-Crossings of a Wavelet Transform, IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, VOL.37, NO.4, P.1019-1033, JULY 1991)。

【0014】このウェーブレット変換は、図7に示すような関数 h を基底関数として、

【0015】

【数1】

$$W(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) h(a, b) dt \quad \dots (3)$$

但し、 $f(t)$: 任意の波形の信号

$W(a, b)$: $f(t)$ のウェーブレット変換

$$h(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} h(at - b)$$

a : 関数の縮率

b : 水平軸方向の移動量

【0016】なる式において信号を複数の周波数帯域毎の周波数信号に変換するため、フーリエ変換のような偽振動の問題が発生しない。すなわち、関数 h の周期および縮率を変化させ、原信号を移動させることによりフィルタリング処理を行えば、細かな周波数から粗い周波数までの所望とする周波数に適合した周波数信号を作成することができる。例えば、図8に示すように、信号Sorgをウェーブレット変換し、各周波数帯域毎に逆ウェーブレット変換した信号と、図9に示すように信号Sorgをフーリエ変換し、各周波数帯域毎に逆フーリエ変換した信号で見てみると、ウェーブレット変換はフーリエ変換と比べて原信号Sorgの振動と対応した周波数帯域の周波数信号を得ることができる。すなわち、フーリエ変換において原信号Sorgの部分Bと対応する周波数帯域7の部分B'には振動が発生しているのに対し、ウェーブレット変換では原信号Sorgの部分Aと対応する周波数帯域W7の部分A'には原信号と同様に振動は発生していないものとなる。

【0017】また、このウェーブレット変換を用いて、前述した画像データの圧縮を行う方法が提案されている(Marc Antonini et al., Image Coding Using Wavelet Transform, IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL.1, NO.2, p205-220, APRIL 1992)。

【0018】この方法は、画像を表す原画像データにウ※50

※エーブレット変換を施して、原画像データを複数の周波数帯域の画像データに変換し、この各画像データに対してノイズ成分を多く担持する高周波数帯域の画像データにはビット数を少なく、主要被写体の情報を担持する低周波数帯域の画像データにはビット数を多く割り当てて前述したベクトル量子化を施すことにより、原画像データの圧縮を行うものである。この方法によれば、原画像データの圧縮率を向上させることができ、また、圧縮された画像データに対して逆ウェーブレット変換を施すことにより、原画像を完全に復元することができる。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したウェーブレット変換を用いて画像データを圧縮する方法においては、ベクトル量子化により圧縮を行う必要があるため、さらに圧縮率を向上させようとすると、原画像の画質が劣化してしまうおそれがあり、画像の高圧縮率化には限界があった。

【0020】本発明は上記事情に鑑み、原画像の画質を劣化させることなく高い圧縮率により画像データの圧縮を行うことができる画像データ圧縮処理方法を提供することを目的とするものである。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明による画像データ圧縮処理方法は、所定の被写体を含む画像を表す原画像

データに圧縮処理を施す画像データ圧縮処理方法において、前記原画像データにウェーブレット変換を施すことにより、前記原画像データを複数の周波数帯域毎の画像データに分解し、該各画像データまたは前記原画像データのいずれかに基づいて、前記画像の各部の重要度を認識し、該認識された前記各部の重要度に応じて該データにラベリング処理を施し、該ラベリング処理の結果に基づいて、前記重要度が大きいほど高いビット数により前記各画像データを量子化し、該量子化された前記各画像データを符号化することを特徴とするものである。

【0022】また、本発明による画像データの再構成方法は、本発明による画像データ圧縮処理方法により得られた圧縮画像データを再構成するための方法であり、前記符号化された前記各画像データを復号化し、該復号化された前記各画像データに逆ウェーブレット変換を施すことにより前記原画像データを再構成することを特徴とするものである。

【0023】

【作用】画像データを量子化する場合において、量子化する際のビット数を高くするとデータの圧縮率は低下するが、より原画像に近い状態で圧縮することができるため、再構成された画像の画質の劣化は少なくなる。一方、ビット数を低くすれば、圧縮された画像データを復元した際の誤差が大きく、この誤差は画像を復元した際にノイズとなって画像に現れるため、再構成された画像の画質の劣化は大きい。符号化を行う際の符号が短くなるためデータの圧縮率を向上させることができる。本願発明はこの点に着目してなされたものである。

【0024】すなわち、本発明による画像データ圧縮処理方法は、ウェーブレット変換により複数の周波数帯域に分解された画像データについて、画像各部の重要度を認識し、重要度が高い部分は高いビット数によって量子化を行い、重要度が低い部分は重要度が高い部分と比較して低いビット数によって量子化を行うようにしたものである。このため、画像内の各部分のうち重要な部分については、画質を維持しつつ画像データの圧縮を行うことができ、重要でない部分についてはより高い圧縮率により画像データの圧縮を行うことができる。したがって、全体として画像として重要な部分の画質を劣化させることなく画像データの圧縮率を向上させることができる。

【0025】また、本発明による画像データの再構成方法は、本発明による画像データ圧縮処理方法により圧縮された画像データを復号化し、この復号化された画像データに対して逆ウェーブレット変換を施すようにしたため、画像の各部分のうち重要な部分の画質を維持しつつ原画像を再生することができる。

【0026】

【実施例】以下図面を参照して本発明の実施例について説明する。

【0027】図1は本発明による画像データ圧縮処理方法の基本的概念を表す図である。図1に示すように、本発明による画像データ圧縮処理方法は、原画像を表す原画像データ1に対してウェーブレット変換2を施して複数の周波数帯域毎の画像データ3を得る。次いで、各画像データ3または原画像データ1のいずれかに基づいて、画像の各部の重要度の認識4を行い、この重要度に応じて重要度の認識4を行った画像データ3にラベリング処理5を施す。そしてこのラベリング処理5の結果に基づいて、各画像データ3に対して重要度が大きいほど高いビット数により量子化6を行い、この量子化6がなされた各画像データ3に対して符号化7を行うのである。

【0028】以下本発明による実施例の詳細について説明する。

【0029】本実施例は、例えば特開昭55-12492号公報や特開昭56-11395号等に記録されている蓄積性蛍光体シートを利用した放射線画像情報記録再生システムにおいて、蓄積性蛍光体シートに記録された人体の放射線画像をレーザビーム走査によりデジタル画像データとして読み取ったものを対象としている。なお、放射線画像の読み取りは、図2に示す様に、蓄積性蛍光体シート10に対して主走査方向（横方向）にレーザビームを走査させながらシート10を副走査方向（縦方向）に移動させてシート10を2次元走査することにより行われたものである。

【0030】次いで、原画像データに対してウェーブレット変換がなされる。

【0031】図3は、原画像データSorg に対するウェーブレット変換の詳細を表す図である。

【0032】なお、本実施例においては、ウェーブレット変換の各係数が直交する直交ウェーブレット変換を行うものであり、前述したMarc Antonini らの文献に記載されているものである。

【0033】図3に示すように、原画像データSorg の主走査方向に基本ウェーブレット関数より求められる関数gと関数hとによりフィルタリング処理を行う。すなわち、このような関数g、hによる主走査方向に並ぶ画素の1列毎のフィルタリング処理を副走査方向に一画素ずつずらしながら行い、原画像データSorg の主走査方向のウェーブレット変換係数信号Wg0、Wh0を求めるものである。

【0034】ここで、関数g、hは基本ウェーブレット関数より一意に求められるものであり、例えば、関数hは、以下の表1に示すものとなる。なお、表1において関数h' は、ウェーブレット変換がなされた画像データに逆ウェーブレット変換を行う際に用いる関数を表すものである。また以下の式(2)に示すように関数gは関数h' から求められ、逆ウェーブレット変換を行うための関数g' は関数hから求められる。

【0035】

【表1】

n	0	± 1	± 2	± 3	± 4
$2^{-1/2}h$	0.602949	0.266864	-0.078223	-0.016864	0.026749
$2^{-1/2}h'$	0.557543	0.295636	-0.028772	-0.045636	0

【0036】

$$g' = (-1)^n h$$

$$g = (-1)^n h' \quad \dots(2)$$

このようにして、ウェーブレット変換係数信号 Wg_0 、 Wh_0 が求められると、ウェーブレット変換係数信号 Wg_0 、 Wh_0 について、主走査方向の画素を1画素おきに間引き、主走査方向の画素数を1/2にする。ついで、この画素が間引かれたウェーブレット変換係数信号 Wg_0 、 Wh_0 それぞれの副走査方向に関数 g 、 h によりフィルタリング処理を行い、ウェーブレット変換係数信号 WW_0 、 WV_0 、 VW_0 および VV_0 を得る。

【0037】次いでウェーブレット変換係数信号 W_0 、 WV_0 、 VW_0 および VV_0 について、副走査方向の画素を1画素おきに間引くことを行い、副走査方向の画素数を1/2とする処理を行う。これにより、各ウェーブレット変換係数信号 VV_0 、 WV_0 、 VW_0 、 WW_0 の画素数は原画像データ $Sorg$ の画素数の1/4となる。次いで、ウェーブレット変換係数信号 VV_0 の主走査方向に関数 g 、 h によりフィルタリング処理を行う。

【0038】すなわち、関数 g 、 h により主走査方向に並ぶ画素の1列毎のフィルタリング処理を副走査方向に一画素づつズラしながら行い、ウェーブレット変換係数信号 VV_0 の主走査方向のウェーブレット変換係数信号 Wg_1 および Wh_1 を求めるものである。

【0039】ここでウェーブレット変換係数信号 VV_0 は主副両方向について画素数が原画像データの1/2となっているため、画像の解像度は原画像データと比較して半分となっている。したがって、ウェーブレット変換係数信号 VV_0 に関数 g 、 h でフィルタリング処理を施すことにより、原画像データの周波数成分のうちウェーブレット変換係数信号 VV_0 が表す周波数成分よりも低周波数成分を表すウェーブレット変換係数信号 Wg_1 、 Wh_1 が求められる。

【0040】このようにして、ウェーブレット変換係数信号 Wg_1 、 Wh_1 が求められると、ウェーブレット変換係数信号 Wg_1 、 Wh_1 について、主走査方向の画素を1画素おきに間引き、主走査方向の画素数をさらに1/2とする。次いでウェーブレット変換係数信号 Wg_1 、 Wh_1 それぞれの副走査方向に関数 g 、 h によりフィルタリング処理を行い、ウェーブレット変換係数信号 WW_1 、 WV_1 、 VW_1 および VV_1 を得る。

【0041】次いでウェーブレット変換係数信号 W_1 、 WV_1 、 VW_1 、 VV_1 について、副走査方向の*

*画素を1画素おきに間引き、副走査方向の画素数を1/2とする処理を行う。これにより、各ウェーブレット変換係数信号 VV_1 、 WV_1 、 VW_1 、 WW_1 の画素数は原画像データ $Sorg$ の画素数の1/16となる。

【0042】以下、上述したのと同様にして、画素が間引かれたウェーブレット変換係数信号 VV_1 の主走査方向に関数 g 、 h によりフィルタリング処理を行い、さらに得られたウェーブレット変換係数信号の主走査方向の画素を間引き、この画素を間引いたウェーブレット変換係数信号について、副走査方向に関数 g 、 h によりフィルタリング処理を行い、ウェーブレット変換係数信号 W_2 、 WV_2 、 VW_2 、 VV_2 を得る。

【0043】このようなウェーブレット変換を N 回繰り返すことによりウェーブレット変換係数信号 $WW_0 \sim WW_N$ 、 $WV_0 \sim WV_N$ 、 $VW_0 \sim VW_N$ 、および VV_N を得る。ここで、 N 回目のウェーブレット変換により得られるウェーブレット変換係数信号 WW_N 、 WV_N 、 VW_N 、 VV_N は、原画像データと比較して主副各方向の画素数が $(1/2)^N$ となっているため、各ウェーブレット変換係数信号は N が大きいほど周波数帯域が低く、原画像データの周波数成分のうち低周波成分を表すデータとなる。

【0044】したがって、ウェーブレット変換係数信号 WW_i ($i=0 \sim N$ 、以下同様)は、原画像データ $Sorg$ の主副両方向の周波数の変化を表すものであり、 i が大きいほど低周波信号となる。またウェーブレット変換係数信号 WV_i は画像信号 $Sorg$ の主走査方向の周波数の変化を表すものであり、 i が大きいほど低周波信号となる。さらにウェーブレット変換係数信号 VW_i は画像信号 $Sorg$ の副走査方向の周波数の変化を表すものであり、 i が大きいほど低周波信号となる。

【0045】ここで、図4にウェーブレット変換係数信号を複数の周波数帯域毎に表す図を示す。なお、図4においては便宜上3回目のウェーブレット変換を行った状態までを表すものとする。なお、図4においてウェーブレット変換係数信号 WW_3 は原画像を主副各方向が $(1/2)^3$ に縮小したものとなっている。

【0046】次いで、ウェーブレット変換を N 回行った最も小さい周波数帯域のウェーブレット変換係数信号 WW_N に基づいて、このウェーブレット変換係数信号 WW_N が担持する画像に含まれる各部分の重要度が求められ、この重要度に応じたラベリング処理が施される。これはまず、ウェーブレット変換係数信号 WW_N につい

て、照射野認識、被写体認識等を行い、ウェーブレット変換係数信号 WW_N により表される画像に何が映し込まれているのかを認識する。すなわち、図5(a)に示すように、照射野絞りをを用いて人間の頭の撮影がなされた放射線画像においては、頭の部分の情報が最も重要であり、それ以外のすぬけ部の情報は不要であることから、まず、照射野認識が行われる。

【0047】この照射野を認識する方法として本願出願人により多数の方法が提案されている（特開昭61-39039号、特開昭62-15536号、特開昭62-15537号、特開昭62-15539号、特開昭63-259538号、特開昭64-11465号、特開平2-43436号等）。例えば特開昭63-259538号公報に記載されている方法は、画像信号に基づいて照射野内と照射野外の境目であるエッジ候補点を求め、それを線で結ぶことにより照射野を認識するものであり、この方法によれば、照射野が矩形のみならず、不規則な多角形、あるいは円、楕円等曲線で囲まれる形状である場合にもその照射野を正確に認識することができる。

【0048】また、特開昭64-11465号公報に記載されている方法は、記録シート上の照射野内に含まれる所定の点と記録シートの端部とを結ぶ放射状の複数の線分の各々について、これら各線分上の各画素にそれぞれ対応した画像データに基づいて、これらの各線分毎に1つまたは複数の記録シート上の照射野の輪郭と上記線分との交差点と考えられる輪郭候補点を候補順位とともに求め、各線分上の輪郭候補点が記録シートの端部に近接した所定の周辺範囲内とこの周辺範囲より内側の中央範囲内の双方に存在し、かつ周辺範囲内に第1順位の輪郭候補点が存在するときは中央範囲内にある輪郭候補点のうち最先順位の輪郭候補点の候補順位を第1順位に繰りあげ、このようにして定めた各線分毎の第1の順位の輪郭候補点に基づいて、照射野を認識するようにして、被写体以外の異物が被写体とともに撮影されていても照射野を正しく認識できるようにしたものである。

【0049】このように照射野認識がなされた後、照射野内のデータについてヒストグラム解析等がなされ、頭の部分が認識される。そして、頭の部分を1、それ以外の部分を0とするようなラベリング処理がなされる。一方、図5(b)に示すような、人間の胸部放射線画像の場合は、肺野の部分が最も重要であり、肺野以外の部分はそれほど重要でなく、さらにすぬけ部は不要なものであることから、ヒストグラム解析等の方法により、肺野、肺野以外の部分およびすぬけ部が認識され、肺野部分は3、肺野以外の部分は2、すぬけ部は1というように重要な部分には高い値を付すようにラベリング処理がなされる。

【0050】次いで、ウェーブレット変換係数信号 WV_i 、 VW_i 、 WW_i について量子化がなされる。ここで、各ウェーブレット変換係数信号 WV_i 、 VW_i 、 WW_i により表される画像は（原画像を縮小した）ものとなっ

ているため、ウェーブレット変換係数信号 WW_N に施されたラベリングについては各ウェーブレット変換係数信号 WV_i 、 VW_i 、 WW_i についても対応するものとなっている。したがって、各ウェーブレット変換係数信号 WV_i 、 VW_i 、 WW_i を量子化する際に、ラベリングの結果に応じて量子化のビット数を変化させる。

【0051】すなわち、前述した図5(a)に示す画像の場合においては、人間の頭の部分は重要な情報を担持するものであるから、各画素の濃度スケールが256レベル（8ビット）となるようにし、頭以外の部分はそれほど重要でないことからビット数を4ビットほどに下げて量子化を行う。また、前述した図5(b)に示す画像の場合は、肺野の部分については8ビット、肺野以外の部分については4ビット、それ以外のすぬけ部については1ビットとして量子化を行う。

【0052】ここで、データを量子化する際には、ビット数が高いほど原画像に近い状態でデータを圧縮することができるが、圧縮率をそれほど向上させることができない。また、ビット数を低くすれば圧縮率を向上させることができるが、圧縮データを復元した際の誤差が大きくなり、原画像と比較してノイズが多いものとなる。

【0053】したがって、本発明においては、ノイズ成分を多く担持する高周波数帯域の画像データにはビット数を少なく、主要被写体の情報を担持する低周波数帯域の画像データにはビット数を多く割り当てるとともに各ウェーブレット変換係数信号 WV_i 、 VW_i 、 WW_i のそれぞれについて全体に同一のビット数ではなく、重要な部分ほどビット数を高くして画質を維持し、重要でない部分は画質はそれほど問題とならないことからビット数を低くして圧縮率を向上させ、全体として画像の主要部分の画質を維持しつつ、圧縮率を向上させるようにしたものである。

【0054】このようにして各ウェーブレット変換係数信号の量子化を行った後、前述したハフマン符号化、予測符号化等の符号化を行うことにより圧縮処理がなされる。

【0055】なお、量子化のレベルは、各ラベル毎に一定のものとして説明したが、周波数帯域毎に量子化のレベルを変えるようにしてもよく、例えば、高周波数帯域ではより量子化のビット数を小さくする。また、量子化のレベルとしてビット数を0と設定してもよく、この場合は、符号長が0となるので高圧縮率を実現することができる。

【0056】このように符号化がなされて圧縮された原画像データSorgは例えば光ディスク等の記録媒体に格納され、保存、移送等がなされる。

【0057】次に圧縮されたデータを再構成する方法について説明する。

【0058】まず、圧縮された原画像データに対し、ハフマン符号化や予測符号化に対する復号化を行うことに

より、前述した各ウェーブレット変換係数信号 WV_i 、 VW_i 、 WW_i を得る。

【0059】次いで、復号化がなされることにより得られたウェーブレット変換係数信号 WV_i 、 VW_i 、 WW_i について逆ウェーブレット変換を施す。

【0060】図6は、逆ウェーブレット変換の詳細を表す図である。

【0061】図6に示すように、まず各ウェーブレット変換係数信号 VV_N 、 VW_N 、 WV_N 、 WW_N について副走査方向に並ぶ画素間に1画素分の間隔をあける処理を行う（図では $\times 2$ と表示）。次いでこの間隔がつけられたウェーブレット変換係数信号 VV_N を副走査方向に前述した関数 h とは異なる関数 h' により、ウェーブレット変換係数信号 VW_N を副走査方向に前述した関数 g とは異なる関数 g' によりフィルタリング処理を行う。すなわち、関数 g' 、 h' によるウェーブレット変換係数信号 VV_N 、 VW_N の副走査方向に並ぶ一列の画素毎のフィルタリング処理を主走査方向に一画素ずつズラしながら行い、ウェーブレット変換係数信号 VV_N 、 VW_N の逆ウェーブレット変換係数信号を得、これを2倍して加算することにより逆ウェーブレット変換係数信号 WhN' を得る。

【0062】このようにウェーブレット変換を行う関数と逆ウェーブレット変換を行う関数とを異なるものとしているのは、以下のような理由からである。ウェーブレット変換と逆ウェーブレット変換で同一の関数となる、すなわち、直交する関数を設計することは難しく、直交性、連続性、関数の長さ、対称性のいずれかの条件を緩める必要がある。そこで、直交性の条件を緩めることにより他の条件を満たす関数を選択したものである。

【0063】以上より、本実施例ではウェーブレット変換を行う関数 h 、 g と逆ウェーブレット変換を行う関数 h' 、 g' とを双直交の異なるものとしている。したがって、ウェーブレット変換係数信号 VV_i 、 VW_i 、 WV_i 、 WW_i を関数 h' 、 g' で逆ウェーブレット変換することにより、原画像データを完全に復元できることとなる。

【0064】一方、これと並列して、ウェーブレット変換係数信号 WV_N を副走査方向に関数 h' により、ウェーブレット変換係数信号 WW_N を副走査方向に関数 g' によりフィルタリング処理を行い、ウェーブレット変換係数信号 WV_N 、 WW_N の逆ウェーブレット変換係数信号を得、これを2倍して加算することにより逆ウェーブレット変換係数信号 WgN' を得る。

【0065】次いで、逆ウェーブレット変換係数信号 WhN' 、 WgN' について主走査方向に並ぶ画素間に1画素分の間隔をあける処理を行う。その後逆ウェーブレット変換係数信号 WhN' を主走査方向に関数 h' により、逆ウェーブレット変換係数信号 WgN' を主走査方向に関数 g' によりフィルタリング処理し、ウェーブレット変換

係数信号 WhN' 、 WgN' の逆ウェーブレット変換係数信号を得、これを2倍して加算することにより逆ウェーブレット変換係数信号 VV_{N-1}' を得る。

【0066】次いでこの逆ウェーブレット変換係数信号 VV_{N-1}' 、ウェーブレット変換係数信号 VW_{N-1} 、 WV_{N-1} 、 WW_{N-1} について副走査方向に並ぶ画素間に1画素分の間隔をあける処理を行う。その後この逆ウェーブレット変換係数信号 VV_{N-1}' を副走査方向に前述した関数 h' により、ウェーブレット変換係数信号 VW_{N-1} を副走査方向に前述した関数 g' によりフィルタリング処理を行う。すなわち、関数 g' 、 h' によるウェーブレット変換係数信号 VV_{N-1}' 、 VW_{N-1} の副走査方向に並ぶ一列の画素毎のフィルタリング処理を主走査方向に一画素ずつズラしながら行い、ウェーブレット変換係数信号 VV_{N-1}' 、 VW_{N-1} の逆ウェーブレット変換係数信号を得、これを2倍して加算することにより逆ウェーブレット変換係数信号 $WhN-1'$ を得る。

【0067】一方、これと並列して、ウェーブレット変換係数信号 WV_{N-1} を副走査方向に関数 h' により、ウェーブレット変換係数信号 WW_{N-1} を副走査方向に関数 g' によりフィルタリング処理を行い、ウェーブレット変換係数信号 WV_{N-1} 、 WW_{N-1} の逆ウェーブレット変換係数信号を得、これを2倍して加算することにより逆ウェーブレット変換係数信号 $WgN-1'$ を得る。

【0068】次いで、逆ウェーブレット変換係数信号 $WhN-1'$ 、 $WgN-1'$ について主走査方向に並ぶ画素間に1画素分の間隔をあける処理を行う。その後逆ウェーブレット変換係数信号 $WhN-1'$ を主走査方向に関数 h' により、逆ウェーブレット変換係数信号 $WgN-1'$ を主走査方向に関数 g' によりフィルタリング処理し、ウェーブレット変換係数信号 $WhN-1'$ 、 $WgN-1'$ の逆ウェーブレット変換係数信号を得、これを2倍して加算することにより逆ウェーブレット変換係数信号 VV_{N-2}' を得る。

【0069】以下、順次逆ウェーブレット変換係数信号 VV_i' （ $i=-1\sim N$ ）を作成し、最終的に逆ウェーブレット変換係数信号 VV_{-1}' を得る。この最終的な逆ウェーブレット変換係数信号 VV_{-1}' が原画像データ S_{org} を表す画像データとなる。

【0070】このようにして得られたウェーブレット変換係数信号 VV_{-1}' は図示しない画像再生装置に送られて、放射線画像の再生に供せられる。

【0071】この再生装置は、CRT等のディスプレイ手段でもよいし、感光フィルムに光走査記録を行う記録装置であってもよい。

【0072】ここで、再生された画像において図5(a)における頭の部分および図5(b)における肺野部以外の部分についてはノイズが多いものとなるが、重要な情報を担持する部分ではないため問題はないものである。

【0073】このようにして、原画像データ S_{org} をウェーブレット変換し、複数の周波数帯域毎の画像データ

10

20

30

40

50

13

を得、この画像データのうち重要な情報を担持する部分についてはビット数を高くして量子化し、重要でない部分についてはビット数を低くして量子化を行うことにより、重要な部分の画質を維持しつつデータ圧縮率の向上を図ることができる。

【0074】なお、上述した実施例においては、ウェーブレット変換を行うための関数 h 、 h' として表1に示すものを用いたが、これに限定されるものではなく以下に示す表2、表3に示すものを用いてもよい。

n	0	± 1	± 2	± 3	± 4
$2^{-1/2}h$	0.6	0.25	-0.05	0	0
$2^{-1/2}h'$	17/28	73/280	-3/56	-3/280	0

【0076】

※ ※【表3】

n	0	± 1	± 2	± 3	± 4
$2^{-1/2}h$	45/64	19/64	-1/8	-3/64	3/128
$2^{-1/2}h'$	1/2	1/4	0	0	0

【0077】また、これ以外にもウェーブレット変換を行うことのできる関数であれば、いかなる関数を用いてもよく、例えば双直交ではなく対称ではないが直交するものを用いてもよい。

【0078】さらに、表1、2および3に示すように $n=0$ の軸に関して左右対称な関数のみではなく、 $n=0$ の軸に関して左右非対称な関数を用いてウェーブレット変換を行うようにしてもよい。

$$g[n] = g'[-n]$$

$$h[n] = h'[-n]$$

但し、 $[-n]$ は左右反転を表す。

【0079】となる。

【0080】また、上述した実施例においては、放射線画像を表す原画像データを圧縮処理する実施例について説明したが、本発明による画像の圧縮処理方法は、通常の画像についても適用できるものである。

【0081】例えば、主要被写体として人物等が記録された35mmネガフィルムの画像を圧縮する実施例について説明すると、まずこのネガフィルムをデジタルスキャナーで読み取り、この画像を表す画像データを得、この画像データについて前述したような関数 g 、 h によりフィルタリング処理することによりウェーブレット変換を行う。次いでウェーブレット変換を行うことにより得られたウェーブレット変換係数信号に対し、円形パターンマッチングや肌色フィルタによるフィルタリングを施して人物の顔を認識する。ここで人物を含む画像については、顔の部分の情報が最も重要であり、これ以外の背景部分の情報は不要であることから、顔の部分をもとに、顔の部分以外の部分を1とするようなラベリング処理を施す。

【0082】次いで、このラベリング処理の結果に基づいて、顔の部分については高いビット数（例えば8ビット）、その他の部分については低いビット数（例えば4ビット）により量子化を行い、次いで符号化を行うことにより

14

★プレット変換を行うための関数 h 、 h' として表1に示すものを用いたが、これに限定されるものではなく以下に示す表2、表3に示すものを用いてもよい。

【0075】

【表2】

★変換を行うようにしてもよいものである。このように左右非対称な関数を用いてウェーブレット変換を行った場合は、ウェーブレット変換を行った関数を $n=0$ の軸に関して左右を反転させた関数を用いて逆ウェーブレット変換を行うものである。すなわち、左右非対称な関数 g 、 h について、逆ウェーブレット変換を行う関数 g' 、 h' は、

... (3)

☆により画像データを圧縮する。

【0083】また、この圧縮された画像データを前述した実施例と同様に復号化し、さらに逆ウェーブレット変換を施すことにより、原画像データを再構成することができる。

【0084】このように、圧縮処理を行うことにより、通常の画像についても重要な部分の画質を維持しつつ、データの圧縮率を向上させることができるものである。

【0085】さらに、上述した実施例においては最も周波数帯域が低いウェーブレット変換係数信号に基づいて画像の各部分の重要度を認識するようにしているが、各ウェーブレット変換係数信号および原画像データにおいては、各データが担持する画像の位置は全て対応しているため、原画像データあるいは最も周波数帯域が低いウェーブレット変換係数信号以外の係数信号に基づいて、画像各部の重要度を認識するようにしてもよいものである。

【0086】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明による画像データ圧縮処理方法は、画像に含まれる被写体の重要度が高い部分については、量子化を行う際のビット数を高くし、それほど重要でない部分についてはビット数を低くするようにしたため、画像の重要な部分の画質

を維持しつつ、データの圧縮率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による画像データ圧縮処理方法の基本的概念を表す図

【図2】本発明に用いられる画像データの読み取り方式を表す図

【図3】ウェーブレット変換の詳細を表す図

【図4】ウェーブレット変換係数信号を表す図

【図5】放射線画像を表す図

【図6】逆ウェーブレット変換の詳細を表す図

【図7】ウェーブレット変換に用いられる基本ウェーブレット関数を表す図

【図8】ウェーブレット変換を説明するための図

【図9】フーリエ変換を説明するための図

【符号の説明】

10 蓄積性蛍光体シート

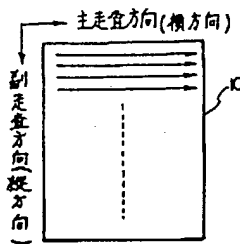
11, 12 放射線画像

h, h', g, g' ウェーブレット変換を行うための関数

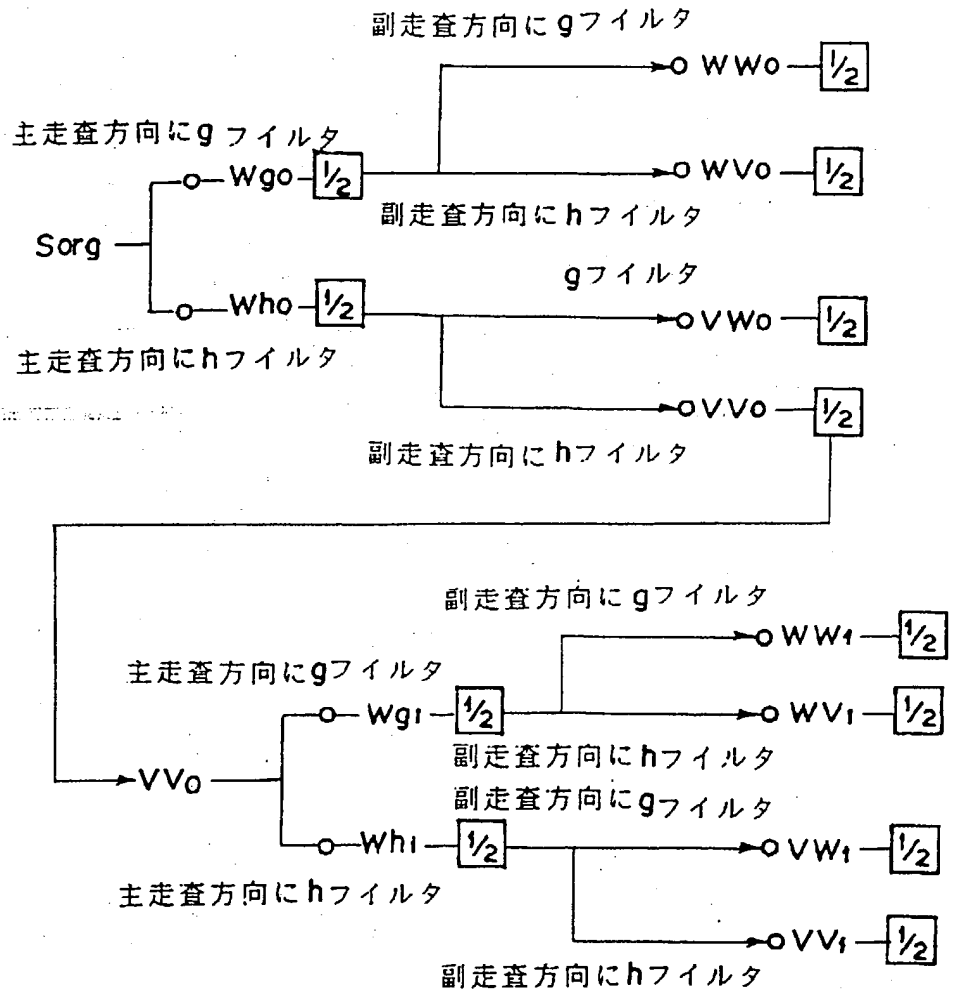
10 VVi, VWi, WVi, WWi ($i=1 \sim n$)

ウェーブレット変換係数信号

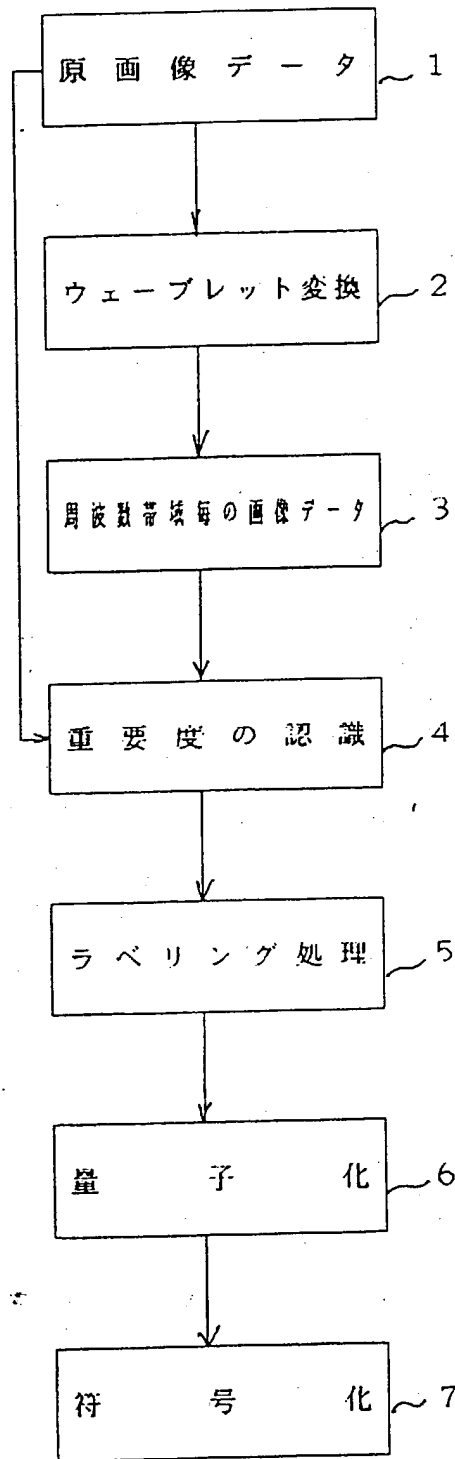
【図2】



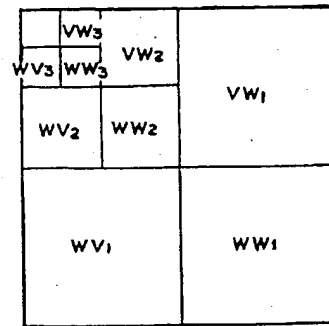
【図3】



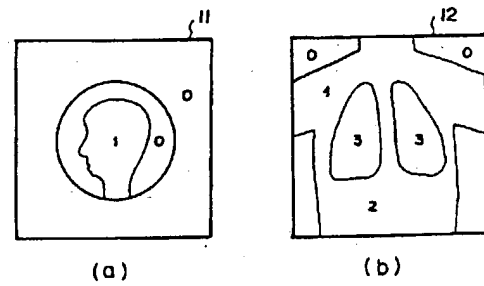
【図1】



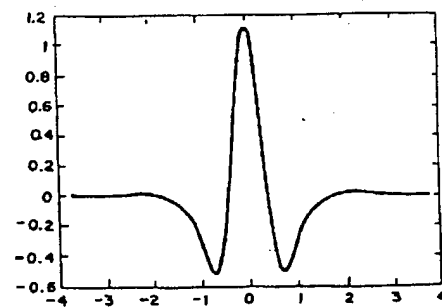
【図4】



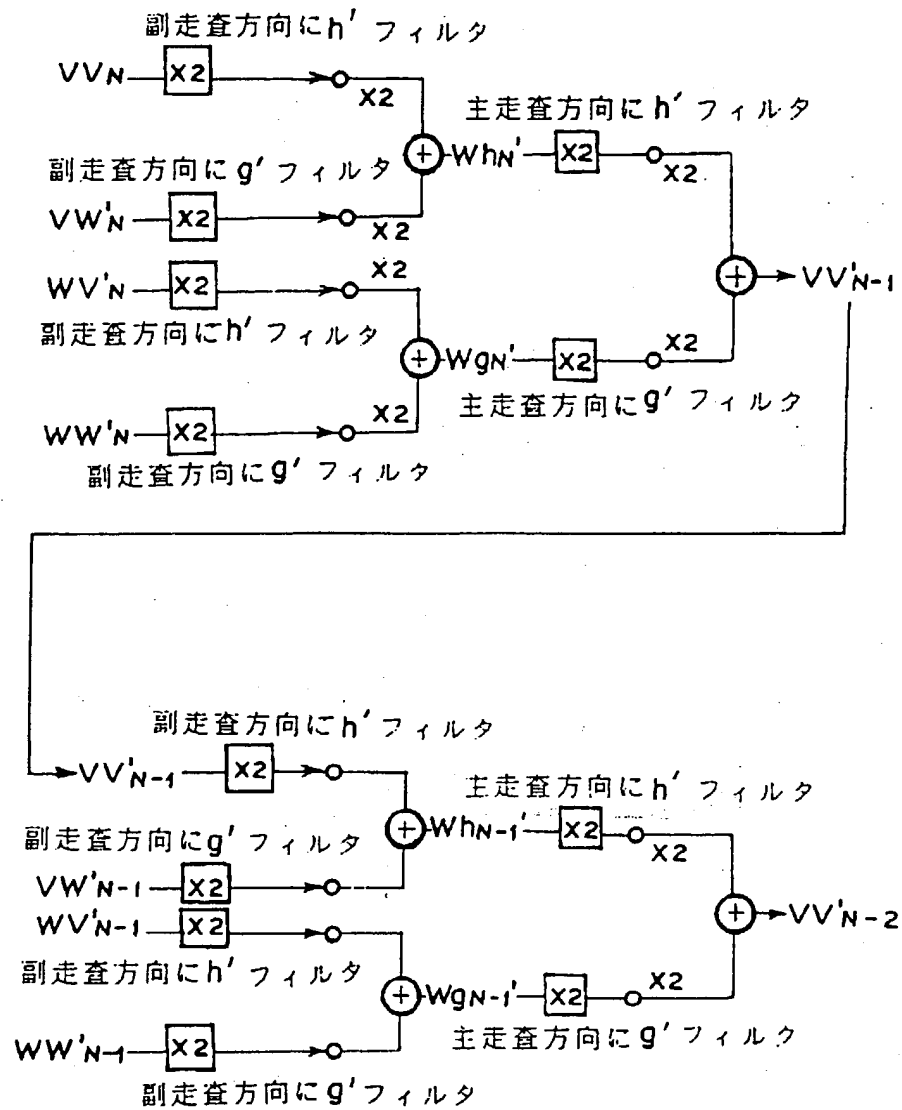
【図5】



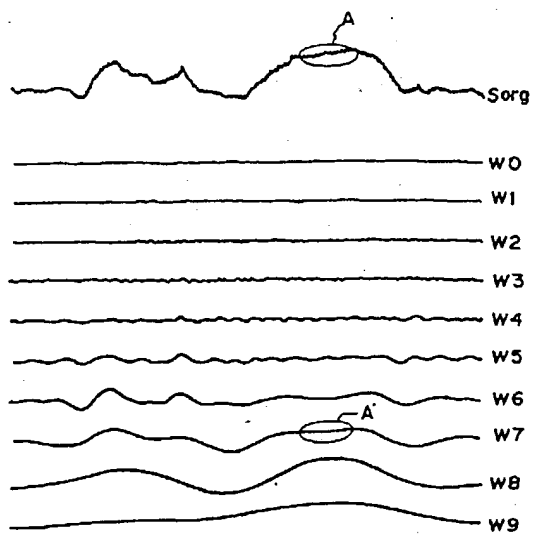
【図7】



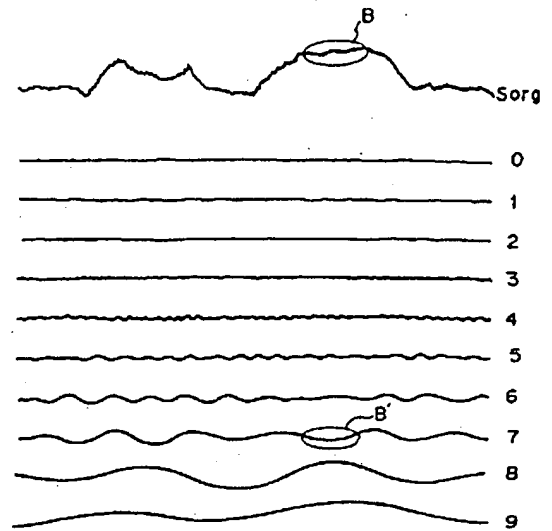
【図6】



【図8】



【図9】



(JAPIO)

TI - PICTURE DATA COMPRESSION PROCESSING METHOD

PN - 94.12.22 J06350989, JP 06-350989

PA - (2000520) FUJI PHOTO FILM CO LTD

IC - H04N-007/133; G06F-015/66; G06F-015/70; H03M-007/30; H04N-001/41

AB - PURPOSE: To improve data compressibility while maintaining the picture quality of the important part of pictures by raising a bit number at the time of performing quantization for the highly important part of an object in the pictures and lowering the bit number for the part not so important.

CONSTITUTION: Wavelet transformation is repeated N times to an original picture data Sorg and wavelet transformation coefficient signals WW(sub 0)-WWN, WV(sub 0)-WVN, VW(sub 0)-VWN and VVN are obtained. Picture element numbers in respective main and sub directions are $(1/2)N$ for the coefficient signals compared to the original picture data Sorg. The pictures indicated by the respective transformation coefficient signals WVi, VWi and WWi are the ones for which the source pictures are reduced and labeling executed to the coefficient signal WWN corresponds to the respective transformation coefficient signals as well. Thus, at the time of the quantization of the transformation coefficient signals, the bit number of the quantization is changed corresponding to the result of the labeling. Then, for the respective transformation coefficient signals, the picture quality is maintained by raising the bit number for the important part, the bit number is lowered for the unimportant part and the overall compressibility is improved.

Nur für den eigenen Gebrauch; keine Weitergabe an Dritte.